Neurologische Früh- und Spätkomplikationen nach offenen Hirn-Schuß-Verletzungen

Beobachtungen nach 3 Fernostkriegen

Carl Michael Hartmann

1981

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547028_0069

Aus der Neurologischen Klinik der Universität München
Direktor: Prof. Dr. A. Schrader

Neurologische Früh- und Spätkomplikationen nach offenen Hirn-Schuß-Verletzungen. Beobachtungen nach 3 Fernostkriegen.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin an der Ludwig-Maximilians Universität München

vorgelegt von

Carl Michael Hartmann

aus

München

1980

Mit Genehmigung des Fachbereiches Medizin der Universität München

Berichterstatter:	Prof. Dr. F. Láhoda
Mitberichterstatter:	Prof. Dr. A. Schrader
Dekan:	Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 25.06.1981

UNIV. LEIDEN BIBL.

Gliederung

A. Allgemeine Bemerkungen zu Schädeltrauma und Schußverletzung

B. Die Klinik der Hirnschußverletzungen

I. Frühkomplikationen

1) Schockgefahr
2) Akutes Psychosyndrom
3) Intrakraniale Hämatome
4) Wundversorgung
5) Hirnschwellung
6) Zerebrale Reizzustände
7) Osteomyelitis
8) Frühe Krampfanfälle

II. Spätkomplikationen

1) Weichteilverknöcherung
2) Gefäßveränderung
3) Intrakraniale Knochensplitter
4) Liquorfisteln
5) Schädeldachdefekt
6) Spätepilepsie
7) Posttraumatischer Kopfschmerz
8) Neurologische Dauerschäden
9) Probleme der Rehabilitation

C. Beobachtungen aus 3 Fernostkriegen

I. Indochinakrieg
II. Koreakrieg
III. Vietnamkrieg

D. Diskussion

E. Zusammenfassung

F. Literatur

Allgemeine Bemerkungen zu Schädeltrauma und Schußverletzung

Seit dem Altertum stehen offene Hirnverletzungen im Zusammenhang mit bewaffneten Auseinandersetzungen. Schon sehr früh begannen die Ärzte, Blutansammlungen und Knochentrümmer aus der Wunde zu entfernen, eingedrückte Schädeldächer in die ursprüngliche Form zu bringen, klaffende Skalpverletzungen durch Annäherung der Wundränder zu heilen. Bis zum Ende des 19. Jahrhunderts blieben die Überlebenschancen der Hirnverletzten schlecht, eine Heilung war eher die Ausnahme.

Eine Wende begann mit der Entstehung der modernen Chirurgie. Vor der antibiotischen Ära starben die meisten Hirnverletzten, auch nach gelungener Operation, an Infektionen. Seit dem Zweiten Weltkrieg gibt es die antibakterielle Therapie.

Mit der wachsenden Zahl überlebender Hirnverletzter kristallisierte sich die Hirnschußverletzung als eigenständiges traumatisches Ereignis heraus, im Gegensatz zu den meist stumpfen Läsionen des Schädels, wie sie die technisierte Arbeitswelt und der heutige Straßenverkehr mit sich bringen.

Die Wundballistik beschreibt das Verhalten des Projektils im getroffenen Gewebe und ist notwendig zum Verständnis der entstehenden Schädigungen. Wirksame Faktoren an den wundballistischen Vorgängen sind zum einen die statischen, zum anderen die dynamischen Eigenschaften des Geschosses.

Querschnitt, Gewicht, Form kennzeichnen die Beschaffenheit des Projektils.

"Obgleich ich mit der Wirkungsweise der Präzisionswaffen im Allgemeinen vertraut war, schon früher einem Feldzuge beiwohnte, in welchem auch das preussische Zündnadelgewehr in Anwendung kam, in den letzten Jahren mehrere durch Expansiv-Geschosse verursachte Wunden behandelte und solche in verschiedenen Hospitälern beobachtete, so war ich doch von dem auffallend nachtheiligen Effekte und

den schweren Folgen, welche die jetzigen Waffen mit ihrer vierfach gesteigerten Feuerwirkung nach sich ziehen, sehr überrascht, da Quantität wie Qualität der Schußwunden nicht mehr mit den mir aus früheren Feldzügen wohlbekannten Störungen in Vergleich gezogen werden können."

Diese Erfahrung machte der Stabsarzt im badischen Heer, Dr. Bernhard Beck, im Krieg von 1866. Weiter präzisierte er: (3)

"Wenn nun auch die Form, die Größe und das Gewicht gewiss von sehr großem Einfluß sind, nicht geleugnet werden kann, dass die unebenen und ausgehöhlten Geschosse leichter als die soliden, glatten die Form ändern und durch ihre Verunstaltung, namentlich durch Einrisse des Basal-Randes, Ablösung kleiner kantiger Stücke den Charakter und Verlauf der Wunde modificieren, d. h. grössere Quetschungen, Zerreissungen der Weichtheile, Eröffnung von Gefässen und Zertrümmerung der harten Gebilde bewirken können, so hängt doch abgesehen von der Consistenz, ob die Masse weicher oder fester, leicht oder schwer dehnbar sei, das Abplatten, die Theilung ermöglicht, nach meiner Erfahrung die Hauptsache von der Endgeschwindigkeit, der Percussion des Geschosses, d. h. der Kraft, mit welcher die Kugel einschlägt, ab."

Im Krieg treten praktisch nur zwei Typen von Geschossen auf, nämlich entweder Vollmantelspitzgeschosse aus Handfeuerwaffen oder Splitter von Explosivkörpern.

Der "wichtigste" dynamische Faktor ist die Geschwindigkeit, da die Auftreffenergie von ihr hauptsächlich abhängt. Die kinetische Auftreffenergie ist $E = \frac{m}{2} \cdot v^2$, v ist die Geschwindigkeit. Näherungsweise gilt $E\ (mkg) = G \cdot \frac{v^2}{20{,}000}$, wenn das Geschoßgewicht G in Gramm und die Geschwindigkeit v in $^m/_{sec}$ gemessen wird.

Die Achsenstabilität des Infanteriegeschosses ist von Bedeutung, weil ein stabiles Geschoß mit seinem kleinsten Querschnitt auftrifft, was bei einem unstabilen oder einem Rauhgeschoß kaum der

Fall ist. Für die wundballistischen Vorgänge ist der Drall nicht nur deshalb von Bedeutung, weil durch ihn die Achsenstabilität des Geschosses bewirkt wird; er selbst kann bei der Gewebsschädigung eine Rolle spielen: Ein Geschoß benötigt in einem flüssigen Medium erheblich mehr Rotation, um achsenstabil zu bleiben, als in der Luft. So kommt es oft zu heftigen Taumel- und Nickbewegungen drallstabilisierter Geschosse im Gewebe. Bei Steckschüssen ist ferner zu beachten, daß die Längsbewegung eines solchen Geschosses schneller abgebremst wird als seine Rotation. Daher ist es möglich, daß sich das Geschoß an Ort und Stelle erst wie ein gestörter Kreisel austobt, bevor es zur Ruhe kommt.

Erheblichen Einfluß auf die Zerstörungskraft des Geschosses hat die Art des durchdrungenen Gewebes. Knochen splittern, wenn sie von einem Projektil getroffen werden; ein Teil der Splitter wird als körpereigene Sekundärgeschosse abgesplittert oder ins Gewebe eingesprengt.

Hirngewebe bietet auf Grund seines hohen Flüssigkeitsgehaltes die Voraussetzung für die Ausbreitung einer hydraulischen Druckwelle, die beim explosionsartigen Ausweichen des Gewebes vor dem Geschoß entsteht. Außerdem entsteht durch die auftretende Schleuderwirkung auf das Gewebe hinter dem Geschoß eine temporäre Wundhöhle, die den mehrfachen Durchmesser des Schußkanals erreicht und innerhalb von Sekundenbruchteilen zusammenfällt. Sie ist für das Ausmaß des devitalisierten Gewebes verantwortlich, morphologisch bleibt nur der Schußkanal übrig. Da sich Druck in Flüssigkeiten nach allen Seiten ausdehnt, entsteht hinter dem eingedrungenen Geschoß am Einschuß kurzfristig ein Überdruck, der gelegentlich so stark wirkt, daß Blut und Gewebe herausgeschleudert werden. Wird das Geschoß im Körper nicht vollständig abgebremst, so tritt es auf der anderen Seite wieder aus. Die hydrodynamische Wirkung eines rasanten Geschosses macht den Unterschied zwischen Schußverletzungen und anderen perforierenden Verletzungen aus. Das Ausmaß der hydrodynamischen Wirkung eines Geschosses ist im Wesentlichen der kinetischen Energie direkt proportional. (14, 41)

Impressionsschüsse an der Schädelkalotte können zu offenen Schädel-Hirn-Verletzungen führen, indem durch Splitter der Lamina interna, die abgesprengt werden, eine Duraperforation und Hirnverletzung erfolgt. Dies gilt für den äußeren Prellschuß, bei dem das Geschoß gemäß dem Reflektionsgesetz (Einfallswinkel gleich Ausfallswinkel) vom Schädel abprallt, wie auch für den Rinnenschuß, der an der Kalotte eine rinnenförmige Vertiefung hinterläßt. Nach den Beobachtungen ruft ein Splitter mit geringer Geschwindigkeit, der den Schädel streift, eine Impressionsfraktur hervor. Ein Geschoß mit hoher Geschwindigkeit dagegen verursacht bei gleichem Auftreffen einen Rillenschuß des Schädels mit tief eingetriebenen Knochenfragmenten. (13)

Beim Steckschuß bleibt das Geschoß an irgendeiner Stelle des Gehirns liegen. Eine Sonderform ist der innere Prellschuß, bei dem das Geschoß gegenüber der Einschußstelle an der Kalotteninnenwand abprallt und sich seinen Weg zurück durchs Gehirn bahnt. Die Gewebszerstörungen sind entsprechend schwer.

Segmentschüsse, die keine zentralen Areale verletzen, haben eine günstigere Prognose als diametrale Durchschüsse, die meist tödlich verlaufen.

Hier zeigt sich der Wert des Stahlhelms, selbst bei direkt auftreffenden Gewehrschüssen, die ihn immer durchschlagen: es bleibt meist beim Steckschuß, der in einer beträchtlichen Zahl der Fälle überlebt werden kann.

Unter den Splittern haben nur sehr kleine eine hohe Anfangsgeschwindigkeit, die sie aber wegen ihrer meist ungünstigeren aerodynamischen Form rasch verlieren. Nur sehr dicht am Detonationspunkt besteht die Wahrscheinlichkeit, von rasanten und dann meist auch mehreren Splittern getroffen zu werden. Wer in die Hände des Arztes kommt, hat vermutlich einen Splitter von geringerer Geschwindigkeit erhalten. (4, 41)

Es soll hier untersucht werden, welche Folgen die Entwicklung immer rasanterer Geschosse und Splitter auf das Schicksal des Verwundeten haben. Zum anderen soll gezeigt werden, welchen Fortschritt die Bergung und die ärztliche Versorgung von Hirnschußverletzten genommen hat.

Zur Begutachtung eignen sich vor allem Fallsammlungen von kriegerischen Auseinandersetzungen, da sie durch eine jeweils einheitliche ärztliche Betreuung und durch eine große Fallzahl eine in statistischer Hinsicht zufriedenstellende Betrachtung ermöglichen. Die drei großen Fernostkriege seit dem Zweiten Weltkrieg (Indochina - Korea - Vietnam) bieten sich an, weil von den jeweiligen Westmächten zahlreiche Beobachtungen veröffentlicht wurden. Eine weitgehend lückenlose Beobachtung des postoperativen Verlaufs, der Nachbehandlung und der Rehabilitation lassen ein Bild der möglichen und oft vermeidbaren Komplikationen entstehen.

Die Klinik der Hirnschußverletzungen

"Erfahrene Militärärzte und eine eingeübte Sanitätsmannschaft kann man bei Ausbruch eines Krieges nicht für Geld anschaffen. Will man diese haben, so muß das Militär-Medicinal-Wesen auch in Friedenszeiten liebevoll gepflegt werden."

Stromeyer, 1855 (42)

Sogar erfahrene Neurochirurgen müssen manchmal erst lernen, durch das strenge Einhalten bewährter chirurgischer Regeln Schädelschußverletzte optimal zu versorgen. So war beispielsweise in Indochina wie auch in Korea die postoperative Wundinfektionsrate am Anfang erschreckend hoch. Nur der vorzügliche Sanitätsdienst der Amerikaner in Vietnam erreichte von Anfang an eine ebenso niedrige Infektionsrate, wie sie gegen Ende des Zweiten Weltkriegs gewesen war.

Frühkomplikationen

Schockgefahr

Wie alle Verwundeten ist auch der Hirnverletzte in der Gefahr, einen Wundschock zu bekommen. Insofern gelten für ihn die üblichen Gebote der sofortigen Sicherung der vitalen Funktionen. Ein Volumenmangel muß ersetzt werden, die Atmung muß gesichert sein, bei Bewußtlosen soll intubiert werden.

Akutes Psychosyndrom

Das mit der Gewalteinwirkung auf das Gehirn einsetzende Initialsyndrom zeigt meist erhebliche herdförmige neurologische Ausfälle, das Bewußtsein ist mindestens eingeschränkt. Der Verwundete ist in einem labilen neurovegetativen Zustand. Zwischenfälle bei Atmung oder Kreislauf können in dieser Phase das Gehirn zusätzlich schädigen. Im übrigen ist die Hirnverletzung für den Chirurgen unter dem Gesamtgut an Verwundungen von aufgeschobener Dringlichkeit. Häufig müssen zuerst Begleitverletzungen operativ versorgt werden.

Analgetika sollen dem Hirnverletzten wegen der Gefahr einer Verschleierung neurologischer Zeichen nicht gegeben werden, ebenso Sedativa, die nur bei starken Unruhezuständen angezeigt sind zur Vermeidung einer Hypoxidose beim agitierten Patienten.

Intrakraniale Hämatome

Bis zu seiner neurochirurgischen Versorgung ist der Schädel-Hirn-Verwundete am meisten durch raumfordernde intrakraniale Blutungen bedroht. Je näher der Arzt dem Kampfschauplatz kommt, desto mehr Verletzte wird er durch Entlastung des intrakranialen Druckes retten können. Bis zu 50 % der Verwundeten entwickeln im Frühstadium ein klinisch bedeutsames Hämatom. Während es bei klaffenden und nach außen blutenden Wunden kaum zu einer intrakranialen Drucksteigerung kommt, muß der Arzt vor allem bei rasanten Geschossen infolge der hohen Druckwellenwirkung mit multiplen Blutungen in allen Teilen des Gehirns rechnen.

Als die wichtigsten klinischen Zeichen eines wachsenden Hirndrucks gelten

- Bewußtseinsverschlechterung
- Pupillenerweiterung
- Blutdruckanstieg
- Atmungsverlangsamung.

Diese Zeichen machen die Hirnverletzung zum dringlichen chirurgischen Notfall.

Als neurologische Herdsymptome sind vor allem einseitige und doppelseitige Pupillenweitstellungen zu beachten. Die einseitige Pupillenweitstellung spricht für einen intrakranialen raumfordernden Prozeß wie Blutung oder Schwellung auf der gleichen Seite, seltener auf der Gegenseite. Doppelseitige Pupillenweitstellungen bedeuten eine ungünstige Prognose. Einseitig gesteigerte Reflexe, einseitige Tonussteigerung, schlechtere Beweglichkeit der einen gegenüber der anderen Seite, Aphasien, Hemianopsien und Anosmien können Anzeichen einer Hirnschädigung sowohl mit als auch ohne Raumforderung sein.

Wundversorgung

Da am Gehirn wegen zu befürchtender Komplikationen so wenig wie möglich operiert werden sollte, ist die erste Wundversorgung als endgültige Behandlung anzustreben. Eine gute Röntgendiagnostik und alle Möglichkeiten für eine gute neurochirurgische Durchführung müssen Voraussetzung sein. Immerhin wurden auch bei Vietnam-Hirnverwundeten noch intrakraniale Knochensplitter entdeckt, die bei der Erstversorgung röntgenologisch nicht aufgefallen waren.

Um die mit der Verletzung einsetzenden destruktiven Prozesse am Hirn zum Stillstand zu bringen, muß der Chirurg das devitalisierte Gewebe gründlich entfernen, dessen Ausdehnung bei besonders rasanten Geschossen leicht zu gering eingeschätzt wird. Auch der Bereich der wieder kollabierten temporären Wundhöhle kann irreversibel geschädigt sein, ohne dafür einen makroskopischen Hinweis

zu geben. Liegengebliebenes nekrotisches Gewebe führt zu Reizzuständen und ist ein guter Nährboden für bakterielle Besiedelung. Knochenfragmente, die primär meist steril sind, werden leicht von außen infiziert und sind dann auch durch Antibiotika nicht mehr zu sterilisieren.

Im Anschluß an ein ordentlich durchgeführtes Debridement wird der primäre Duraverschluß gefordert. Wenn die Hirnwunde gesäubert ist, ist er unter Antibiotikaschutz möglich; als Transplantate werden hauptsächlich Fascia lata und lyophilisierte Dura verwendet.

Seit kurzem wird für Duratransplantationen Fibrinkleber verwendet. Nach Zugabe von Thrombin polymerisiert das Fibrinogen-Präparat innerhalb einer Minute und wird im Laufe der Verheilung reaktionslos resorbiert.

Ein früher Verschluß vermindert das Risiko einer Liquorfistel, einer weiteren Hirngewebszerstörung, eines Hirnprolapses und eines späteren Abszesses. Eine frühe Duranaht gibt weniger Narben und kann somit spätere Anfallsleiden vermeiden.

Erfahrungen zeigen, daß lyophilisierte Dura nicht revitalisiert wird und keine Fremdkörperreaktion hervorruft. Sie verklebt nicht mit dem Gehirn, verursacht also keine zusätzlichen Narben, sondern fungiert als resorbierbares Leitgewebe für eine Neubildung der harten Hirnhaut.

Die Operationsmortalität ist oft besonders groß, wenn der Abtransport der Verwundeten sehr schnell erfolgt und auch tödlich Verletzte noch zum Arzt kommen. Ein präoperatives Koma verschlechtert die Prognose erheblich. Unter dieser Gruppe fällt der hohe Prozentsatz an Gewehrgeschoßverwundungen auf. Die häufigste operative Todesursache ist die Schwere der Hirnverletzung selbst.

Hirnschwellung

Etwa 3 Tage nach dem Hirntrauma entwickelt sich regelmäßig ein Hirnödem, dem man therapeutisch begegnen muß. Die Infusion hypertoner Lösungen soll die Osmolarität im Blut heraufsetzen und die Ausscheidung durch die Niere erhöhen. Infundierter Harnstoff bewirkt zwar einen relativ raschen Abfall des Liquordrucks, zeigt aber in der Hälfte der Fälle einen Rebound-Effekt, bei dem der Liquordruck über den Ausgangswert ansteigt. Bei Verwendung von Mannitol dauert es bis zum maximalen Wirkungseintritt zwar doppelt so lange, ein Rebound-Effekt tritt aber nur in 10 % der Fälle ein. Der Grund für den hohen Rebound-Effekt von Harnstoff liegt darin, daß dieser langsam in den Intrazellulärraum diffundiert, während Mannitol extrazellulär bleibt. In den letzten Jahren tritt die Rolle des Dexamethason zur Ödemprophylaxe und -bekämpfung in den Vordergrund. Eine neue erfolgreiche Methode ist die Hyperventilationstherapie, die über eine respiratorische Alkalose die Blutdurchströmung des Hirns bis auf 60 % vermindern kann und damit das Hirnvolumen verkleinert. Dadurch wird auch das Steal-Syndrom vermieden, daß die gesunden Hirnbezirke bei steigendem CO_2-Partialdruck durch Gefäßweitstellung dem geschädigten Hirngewebe Blut entziehen. Das Ziel der weiteren Forschung sind heute Antimetaboliten, um die im Wundbereich wirksamen Kapillargifte zu neutralisieren.

Neben der Bedeutung der Hirndrucksenkung ist durch experimentelle Studien auch die Wichtigkeit der Blutdruckregulierung erwiesen worden. Ist bei erhöhtem Hirndruck die Regelung des zerebralen Perfusionsdrucks gestört, so sinkt diese Differenz zwischen Blutdruck und intrazerebralem Druck leicht unter den kritischen Wert um 40 mm Hg, und die Hirndurchblutung nimmt proportional dazu ab. Dies kann bei erhöhtem Schädelinnendruck und normalem Blutdruck der Fall sein.

Eine etwa durch Reizung zentraler Teile des Gehirns auftretende akute Hypertonie führt durch extreme Vasodilatation zur Ent-

stehung eines hydrostatischen Hirnödems und verschlechtert ein bestehendes Ödem. Besonders in traumatisierten Arealen verlieren die Hirngefäße ihre Fähigkeit, die Durchblutung durch aktive Tonusänderung konstant zu halten. Sie erweitern sich bis ins Kapillarbett und bedingen damit jenen erhöhten Filtrationsdruck, der zur Ödemausbildung führt. (2, 20, 37)

Manche Chirurgen erwägen bei einer lebensbedrohlichen Hirndrucksteigerung eine Entlastungstrepanation. Im Tierversuch brachte diese Methode zwar bessere Überlebenschancen, aber eine viel schlechtere Lebensqualität: alle Tiere blieben nach dem Eingriff komatös. (35)

Am sichersten kann der Hirndruck qualitativ und quantitativ erkannt werden, wenn man ihn direkt mißt, und zwar über eine Sonde in einem Seitenventrikel. Unter Umständen entleert sich schon bei der Punktion eine akut erhöhte Liquormenge aus dem Ventrikelsystem oder dem Subarachnoidalraum, so daß schon ein therapeutischer Effekt erzielt ist.

Die Echoenzephalographie bietet die Möglichkeit, bei Verdacht auf Hirndruck dessen Ursache näherzukommen. Mit ihrer Hilfe lassen sich in den meisten Fällen durch Mittelechoverschiebung einseitige raumfordernde Prozesse nachweisen.

Die Unterscheidung, ob es sich um ein Hämatom oder eine lokalisierte Hirnschwellung handelt, ist in der Regel nur durch Karotisangiographie möglich. Bei jeder postoperativen Zustandsverschlechterung sollte angiographiert werden. Eine allgemeine generalisierte Hirnschwellung bietet im Angiogramm außer einer manchmal feststellbaren Verlangsamung des Kontrastmitteldurchflusses keine besonderen Charakteristika.

Wenn verfügbar, kann mit der Computertomographie ein bestehendes diffuses Hirnödem daran erkannt werden, daß durch den erhöhten

intrakranialen Druck die Ventrikel zusammengedrückt und somit nicht mehr sichtbar sind.

Eine besonders bedrohliche Komplikation der Hirnschwellung kann sich, hauptsächlich aus vernachlässigten Hirnwunden, in Form eines Fungus cerebri entwickeln. Devitalisiertes Gewebe und blutiger Liquor sowie Fremdkörper reizen das Gehirn, das sich durch eine bestehende Schädellücke verwölbt. Durch Abschnürung kommt es hier zu zusätzlichen Schädigungen in Form von Blutangen und Nekrosen. Ein frühes ausreichendes Debridement mit Duraverschluß ist die beste Prophylaxe.

Zerebrale Reizzustände

Schon früh kann eine Meningitis auftreten. Wegen der routinemäßigen massiven Antibiotikatherapie sind Liquorkulturen in der Mehrzahl negativ, wahrscheinlich, weil zwar Bakterien vorhanden, aber in ihrem Wachstum gehindert sind. In vielen Fällen kann eine abakterielle Meningitis durch blutigen Liquor oder Zerfallsprodukte aus nekrotischem Gewebe entstehen. Mehrmalige Lumbalpunktion kann hier Linderung bringen. Patienten mit sterilen Liquorkulturen haben erfahrungsgemäß eine bessere Prognose als solche mit nachgewiesenem Bakterienwachstum.

Bakterielle Meningitiden entwickeln sich häufig aus Liquorfisteln, zurückgebliebenen Knochensplittern, Verletzungen der Nasennebenhöhlen und des Mastoids mit Verbindung zum Schädelinneren. Vor allem Verletzungen zu den erregerhaltigen Nasennebenhöhlen sind wegen ihrer Komplikationsmöglichkeiten gefürchtet. Während einzelne Autoren auf die schwierigen anatomischen Verhältnisse hinweisen und zum Abwarten des Selbstverschlusses unter Antibiotikaschutz raten, betonen andere die geringe Neigung dieser Fisteln, sich selbst abzudichten. Der günstigste Operationszeitpunkt liegt innerhalb der ersten 10 Tage, nach dem Abklingen der akuten Hirnödemphase und nach Stabilisierung der vegetativen Funktionen. (16, 18)

Osteomyelitis

In einer akuten Form kann sich in 5 bis 10 Tagen vor allem aus frontobasalen, aber auch anderen Verletzungen, eine Osteomyelitis entwickeln.

Ausgangspunkt sind vor allem die frontobasalen Schädel-Hirnverletzungen mit ihrem Erregerreichtum. Sie können aber nach jeder Schädelverletzung und -operation auftreten. Häufig entstehen sie auf einem schlecht einheilenden, nekrotisierenden osteoplastischen Kalottenverschluß. Fieberschübe und unklare Kopfschmerzen, gefolgt von teigiger Schwellung der Kopfschwarte, sind typische Beschwerden. Die Ausbildung einer Knochennekrose ist erst nach 10 bis 14 Tagen vollendet. Ein positiver Röntgenbefund ist vor diesem Zeitpunkt kaum zu erwarten, sondern erst bei Knochennekrose in Form konfluierender, mottenfraßähnlicher Usuren. Die stürmische Verlaufsform kann innerhalb weniger Tage zur Einschmelzung großer Bezirke der Schädelkalotte führen. Als Erreger werden am häufigsten Staphylokokken beobachtet, die sich in dem spongiösen System der platten Schädelknochen kontinuierlich ausbreiten. Die Schädelnähte stellen kein ernsthaftes Hindernis dar, da die Venen der Spongiosa durch sie hindurchgehen. Ebenfalls durch die Venen bestehen Kommunikationen zur Dura mit der Möglichkeit intrakranialer Komplikationen, Empyemen, Meningitiden, Abszessen. Bei bereits ausgebildeter Schädeldachosteomyelitis hilft nur ein radikales Vorgehen mit antibiotischem Schutz nach Erreger- und Resistenzbestimmung.
Frühabszesse basieren ebenfalls häufig auf Liquorfisteln oder vergessenen Knochenstücken. Sie treten etwa 3 bis 5 Wochen nach der Verletzung auf. (32, 33)

Infektionen der Kopfschwarte führen vor allem bei Duratransplantaten zu schweren meningealen Entzündungen. Eine Untersuchung von infizierten Schädel-Hirn-Verletzungen deutet an, daß in über 40 % der Fälle die optimale Behandlung nicht durchgeführt worden ist. In 14 % der Fälle waren Knochensplitter zurückgeblieben, in 12 % waren Liquorfisteln vorhanden, technische Probleme beim Debridement

der Kopfschwarte und der Dura hatte es in 10 % der Fälle gegeben, auch ein zu spät durchgeführtes Debridement wurde vermutet. Unter den schwierigen Bedingungen der Kriegschirurgie und den manchmal multiplen Traumen der Verwundeten sind derartige Komplikationen oft unvermeidbar. (24)

Frühe Krampfanfälle

Zwischen 2 und 7 % der Hirnverwundeten erleiden innerhalb der ersten 7 Tage Krampfanfälle. Alle Autoren sind sich einig, daß es ein Krankheitsbild "Frühepilepsie" gibt. Die Anfallswahrscheinlichkeit ist am größten am ersten Tag, dann gleichmäßig geringer für 4 Tage, dann abnehmend nach dem 5. Tag. Alle Fälle mit einem Beginn nach dem vierten Tag korrelieren mit Komplikationen wie Infektionen, Fieber, Liquorfistel, subdurales Hämatom.
Die Art und Lokalisation der Hirnwunde entspricht dem allgemeinen Durchschnitt. Verwundete, die bei der ersten Untersuchung starke Bewußtseinsstörungen oder Bewußtlosigkeit zeigen, sind stärker von Frühepilepsie bedroht.

Eine antikonvulsive Behandlung hat keinen sicheren Einfluß auf frühe Anfälle, da Antikonvulsiva erst nach 1 bis 2 Wochen ihren therapeutisch wirksamen Serumspiegel erreichen. Andererseits scheint Diphenylhydantoin den Metabolismus von Dexamethason zu beschleunigen und so die Therapie des Hirnödems zu gefährden. Mehr als ein Anfall in der ersten Woche gibt einen Hinweis darauf, daß die Anfälle länger anhalten werden. (39)

Spätkomplikationen

Weichteilverknöcherung

Bei multipel Verletzten mit Knochenbrüchen muß beachtet werden, daß eine schwere Hirnverletzung die Knochenneubildung stark beschleunigt. Eine frühe operative Frakturbehandlung ist außerdem eine gute Hilfe, den Verwundeten bald zu mobilisieren und so seine Erholung voranzutreiben. (21)

In seltenen Fällen kann die Knochenneubildung die Weichteile im Bereich der großen Gelenke befallen. Dieser neuropathische Prozeß beginnt 3 bis 4 Wochen nach dem Trauma und erreicht innerhalb eines Jahres sein endgültiges Ausmaß. Es kann bis zur völligen Immobilisierung eines Gelenkes führen. (36)

Gefäßveränderungen

Unter einer größeren Zahl von Verwundeten muß man in einigen Fällen mit posttraumatischen Gefäßveränderungen rechnen. Am häufigsten bildet sich eine Carotis-Sinus-cavernosus-Fistel. Aus einem Aneurysmasack kann durch Rupturblutung oder Embolie ein apoplektiformes Bild entstehen. Diese Veränderungen können vorher diagnostiziert und operativ behoben werden. (22)

Hat der Verwundete das Hirntrauma und die unmittelbar daraus resultierenden destruktiven Prozesse überlebt und ist durch intensive Behandlung stabilisiert, so soll er wieder ins tägliche Leben integriert werden. Nach einem Jahr sollen die neurologischen Ausfälle zum Stillstand gekommen sein. Viele Defekte, wie etwa Sprachstörungen, bessern sich im allgemeinen allmählich.

Intrakraniale Knochensplitter

Etwa die Hälfte der spät auftretenden Komplikationen korreliert mit nicht entfernten intrakranialen Knochensplittern. Manchmal entstehen in ihrer Umgebung Abszesse, primär wegen ihres nicht raumfordernden Charakters oft symptomlos. Sie müssen radikal exzidiert werden, da man im Gehirn nicht mit einer Kapselbildung rechnen darf. Spätabszesse werden mit der geringen Virulenz der Keime erklärt, die lange Zeit latent persistieren und erst unter exogenen Einflüssen oder einer allgemeinen Abwehrschwäche des Patienten offen ausbrechen. Bis zu 38 Jahre nach der Verwundung wurden Spätabszesse auf dem Boden eines zurückgebliebenen Knochen-

splitters beschrieben. Die meisten Autoren betonen die Notwendigkeit, röntgenologisch später entdeckte Knochensplitter operativ zu entfernen, wenn keine zu große Gefahr vom Eingriff her droht. Zwar sind nach einem frühzeitig durchgeführten gründlichen Debridement die Hälfte der Knochensplitter steril, aber ein latentes Risiko bleibt bestehen. (9, 18, 24)

Liquorfistel

Manchmal macht erst eine Spätmeningitis auf eine bestehende Liquorfistel aufmerksam. Vor allem in den Paranasalraum bleibt eine Liquorrhoe neben dem Nasensekret unscheinbar, bietet aber aufsteigenden Infektionen einen Weg. Eine Otoliquorrhoe soll weniger Komplikationen machen; manche Autoren raten dazu, unter Antibiotikaschutz einen Spontanverschluß abzuwarten. Wenn die Möglichkeiten gegeben sind, sollte sie aber operativ versorgt werden. Als Ergänzung zu der oft schwierigen Röntgenologie steht heute die Liquorszintigraphie zur Darstellung des Bruches zur Verfügung. (4, 33)

Schädeldachdefekt

Defekte des Schädeldaches sind eine häufige Folge des Hirnschußtraumas sowie des darauffolgenden neurochirurgischen Eingriffs. Ihre plastische Deckung ist dringend notwendig, denn erstens ist jede Knochenlücke eine latente Gefahr für das Gehirn, und zweitens können die durch Schädeldachlücken möglichen Schwankungen des intrakranialen Druckes erhebliche subjektive Beschwerden verursachen. Grundsätzlich kann eine Schädeldachplastik nur erfolgen, wenn eine lokale Infektion ausgeschlossen ist und keine Erhöhung des intrakranialen Drucks vorliegt. Meist wird die Plastik nach 2 - 6 Monaten durchgeführt. Neben der technisch umständlichen Implantation von Beckenspan- und Rippenmaterial hat sich Metall und Kunststoff bewährt. Die beste Dauerhaftigkeit erreicht man mit tiefgekühltem Eigenknochen, die schönsten kosmetischen Ergebnisse sind mit Kunststoff zu erzielen, die Metall-Plastik ist vor allem bei kleinen Defekten am besten durchzuführen. (19, 34)

Spätepilepsie

Eine Spätepilepsie ist eine Folge der Narbenbildung am Gehirn. Sie ist also keineswegs identisch mit den Frühanfällen, die schon bei der Verwundung oder in den ersten Tagen auftreten. Bei Beobachtung von Hirnverletzten des Ersten Weltkriegs hatten nach 40 Jahren die Hälfte aller Überlebenden epileptische Anfälle gehabt. (11, 22)

Mit Recht wird immer wieder die ungünstige Rolle der Anfallsleiden bei der Rehabilitation von Hirnversehrten betont. Insgesamt nimmt die Anfallsbereitschaft im Laufe der Jahre ab. Die Beobachtung der Hirnverletzten der jüngsten Kriege kann in dieser Hinsicht noch nicht als abgeschlossen gelten. Wie weit eine frühe operative Wundversorgung die Narbenbildung und damit die Bildung von Krampfherden verhindert und welchen Einfluß Antikonvulsiva auf eine Dauerheilung haben, muß weiter kontrolliert werden.

Röntgenologische Darstellung der Hirnventrikel durch Luftfüllung deutet eine beträchtliche Ausweitung an, also einen starken degenerativen Abbau des traumatisierten Gehirns.

Posttraumatischer Kopfschmerz

Eine kaum zu objektivierende Folgeerscheinung nach Schädelverletzungen ist die posttraumatische Cephalea. Der Ausdruck posttraumatisch zeigt hier lediglich den zeitlichen Zusammenhang, eine kausale Beziehung zwischen Kopfschmerz und organischer Hirnschädigung läßt sich selten herstellen.
Die äußerst umfangreiche, meist gutachterliche Literatur auf diesem Gebiet läßt drei Theorien in den Vordergrund treten:

a) Annahme organischer Veränderungen als Schmerzursache

b) Annahme psychologischer Faktoren als Grund von Kopfschmerzen

c) Annahme einer kombinierten psychisch-physischen Schmerzverursachung.

Die Mehrzahl der Autoren meint, daß die Streitfrage, ob der sogenannte posttraumatische Kopfschmerz körperlich oder psychologisch bedingt ist, vermutlich unlösbar sei.
Als organische Ursache kommen Schädigungen der schmerzempfindlichen Strukturen des Schädels, also der extrakranialen Gewebe, der harten Hirnhaut und der extra- und intrakranialen Gefäße in Betracht. Ein typischer pathologisch-anatomischer Befund läßt sich bei Patienten mit Kopfschmerzen nach einem Schädeltrauma jedenfalls nicht erheben.
Pathogenetisch spielen sicher bei der Mehrzahl der Fälle psychische und psychologische Faktoren eine entscheidende Rolle. Anscheinend kommen chronische, therapieresistente Kopfschmerzen nach Schädeltrauma vor allem bei hysterischen und hypochondrischen Persönlichkeiten sowie bei weniger Intelligenten vor. Die Aussicht auf Berentung kann eine psychische Fixierung auf posttraumatische Beschwerden auslösen. Im akuten Stadium des Schädeltraumas überwiegen sicher die organischen Momente, während bei zunehmendem zeitlichen Abstand die subjektiv zweifellos vorhandenen Kopfschmerzen eher psychologische Ursachen haben. Die im akuten Stadium des Traumas vorhandenen Kopfschmerzen lassen normalerweise nach Tagen bis Wochen nach, die gute Remission ist charakteristisch für organische Ursachen. Sind die Kopfschmerzen jedoch therapieresistent, werden im Laufe der Zeit schlimmer, oder treten erst nach einer Latenzzeit auf, ohne daß eine intrakraniale Komplikation nachweisbar wäre, so muß man an ein neurotisches Symptom mit Fixierung an das Schädeltrauma denken. Eine Latenzzeit bis zum Auftreten eines organischen Kopfschmerzes ist aber auch möglich, wenn wegen der Bewußtseinstrübung nach dem Trauma und einer längerdauernden Amnesie der Verletzte sich an seine Beschwerden zu Beginn seines Leidens nicht mehr erinnern kann. Bei manchen offenen Schädelverletzungen kommt es durch imprimierte Knochenfragmente oder nicht entfernte Fremdkörper zu einer Irritation der harten Hirnhaut, welche besonders an den basisnahen Anteilen heftige Schmerzen im Wundbereich verursacht. Durch frühe sorgfältige chirurgische Versorgung

der Schädelverletzung können solche stärkeren Schmerzen oft vermieden oder beseitigt werden. Schmerzen, die im Bereich eines Schädeldachdefektes auftreten, sistieren meist nach plastischer Deckung des Knochendefektes. Bei meningealen Reizerscheinungen haben die Kopfschmerzen dumpfen Charakter, nehmen den ganzen Schädel ein und haben oft ein Maximum hinter den Augen und verstärken sich bei Kopfbewegungen mit heftigen Nackenschmerzen.

Persistierende Kopfschmerzen nach traumatischer Hirnhautblutung werden auf bindegewebige Einscheidung und Irritation der schmerzempfindlichen basalen Hirnarterien zurückgeführt. Es fällt jedoch auf, daß Kopfschmerzen nach spontanen Subarachnoidalblutungen wesentlich seltener sind als nach Traumen.

Bei neurochirurgischer Exploration chronischer Kopfschmerzpatienten, die ein Schädeltrauma erlitten hatten, stellt man eine Steigerung des intrakranialen Druckes sowie vermehrten Eiweißgehalt des Liquors fest, dessen Ursache ein dauernder Liquorabfluß in den Subduralraum durch Einriß in die Arachnoidea sein soll. Vorübergehende Abflußbehinderung der Liquorrhoe mit Schädeldrucksteigerung scheint die Ursache der Kopfschmerzphasen zu sein.

Chronische Hirndrucksteigerung nach einer traumatischen Subarachnoidalblutung führt über eine Verschwielung zu Liquorresorptionsstörungen mit chronischem Hirndruckkopfschmerz. Liquorunterdrucksyndrom nach substantiellen Verletzungen des Schädelinneren führen zu heftigen, ununterbrochen anhaltenden Kopfschmerzen. Gelingt es, Produktion, Zirkulation und Resorption des Liquors zu normalisieren, so schwinden die Kopfschmerzen schnell. Die Auffüllung des Liquorraumes mit physiologischer Kochsalzlösung oder einer anderen physiologischen Ersatzlösung läßt die Kopfschmerzen binnen kurzer Zeit sistieren. Der Behandlungserfolg ist aber oft nur vorübergehend. (40)

Neurologische Dauerschäden

Allen Hirnverletzungen gemeinsam ist ein Untergang von Nervenzellgewebe mit narbigem Ersatz. Die Reaktion darauf erfolgt in Form von Reiz- oder Ausfallserscheinungen. Man beschreibt zweckmäßig 3 Hauptsyndrome:

1. Vegetative Allgemeinerscheinungen:
Der Verletzte behält eine Kreislauflabilität, er neigt zu Tachykardie, Schwindel, Schweißausbrüchen, Kopfschmerzen; er ist leichter ermüdbar und überempfindlich gegen Umweltreize, häufig sind Schlafstörungen, Alkohol wird schlecht vertragen.

2. Neurologische Ausfalls- und Reizerscheinungen:
Häufig bleiben motorische Ausfälle, sensible Störungen, Hirnnervenschäden. Koordinationsstörungen können extrapyramidaler Art sein und ergeben Bilder wie beim Morbus Parkinson bzw. choreatische und athetotische Bewegungsstörungen. Cerebelläre Bilder gehen mit Ataxie und Hypotonus sowie Tremor einher. Häufig sind aphasische Sprachstörungen, entweder sensorischer oder motorischer Art. Selten sind Agnosien und Apraxien.

3. Nach dem rückbildungsfähigen "Durchgangssyndrom" manifestiert sich das bleibende psychopathologische Syndrom. Das organische Psychosyndrom ist ein Dauerschaden. Sehr häufig bleibt eine allgemeine Verlangsamung mit Antriebsminderung. Störungen des Gedächtnisses und der Merkfähigkeit kommen hinzu. Veränderungen im affektiven Bereich gehen vor allem bei Stirnhirnverletzten mit einer deutlichen Minderung des Kritik- und Urteilsvermögens einher. Dagegen sind intellektueller Abbau und gar Demenz selten. Möglich sind psychoreaktive Erscheinungen und Verhaltensstörungen.

Die Auswirkungen sind dergestalt, daß Hirnverletzte ganz allgemein körperlich weniger belastbar sind, vor allem auch gegenüber

[illegible] wie Hitze, Lärm und Ähnliches. Auch die seelisch-[illegible] ist meist reduziert, sie ist jedoch in sehr hohem Maße von der Anfangsintelligenz bestimmt. Der Hirnverletzte kommt mit seinem Schicksal am besten zurecht, wenn er einen geregelten Tagesablauf mit ausreichendem Nachtschlaf hat. Körperliches Wohlbefinden, Ertüchtigung durch Sport kann einen seelischen Auftrieb bewirken. Alkohol muß unbedingt vermieden werden. Die medizinische Rehabilitation beginnt unmittelbar nach dem Krankenhausaufenthalt und soll über eine Beschäftigungstherapie zur Arbeitstherapie führen. In schweren Fällen muß auch ein Daily-Living-Training durchgeführt werden, um den Verletzten wieder zu einem geregelten, selbständigen Tagesablauf zu erziehen. (23)

Probleme der Rehabilitation

Zur beruflichen Rehabilitation muß man die sehr langen Rekonvaleszenzzeiten beachten; erst nach 2 Jahren etwa kann der Dauerschaden abgeschätzt werden. Besserung ist auch nach 3 bis 4 Jahren noch möglich. Anzustreben ist eine Rückkehr in den alten Beruf, da jedes Umlernen eine große Belastung wäre. Eine Überforderung muß vermieden werden, ebenso aber eine Protektion, da der antriebsverminderte Hirnverletzte sonst in Apathie abzugleiten droht. Diese Gefahr besteht auch bei zu großzügiger Berentung, die unter Umständen alle Rehabilitationsanstrengungen zunichte machen kann. Die Fürsorge darf den Hirnverletzten nie aus dem Auge verlieren; die Gefahr einer Verschlimmerung besteht immer. Hirnorganische Anfälle bedrohen den Rehabilitationserfolg am meisten. Die Schwierigkeiten bei einer amerikanischen Studie, ehemalige neurochirurgische Patienten aus dem Vietnamkrieg zu Nachuntersuchungen aufzufinden, deuten hier eine mangelhafte Betreuung an. Auch der Selbstmord eines der Patienten wird meines Erachtens zu leichtfertig abgetan; immerhin hat sich die Selbstmordrate bei deutschen Hirnverletzten des Ersten Weltkriegs als beträchtlich erwiesen. (38)

Beobachtungen aus drei Fernostkriegen

Im Indochinakrieg (1947 - 54) stießen die Truppen der französischen Union anfangs auf einen schlecht bewaffneten Gegner. Die Verwundungsursache waren kleine Projektile, Splitter von Eigenbauhandgranaten, Minen- und Mörsersplitter. Es gab weniger tödliche Geschosse als in europäischen Kriegen. Im Laufe des Krieges nahmen die Verletzungen durch immer bessere Bewaffnung des Gegners an Schwere zu, vor allem durch schwere Artillerie.

Das Bergen und der Rücktransport erfolgte meist mit einfachen Mitteln, wie Krankentrage, Hängematte, Tragen-Jeep und auf Lasttieren, war also zeitraubend und quälend für den Verwundeten. Sanitätsflugzeuge fehlten fast völlig, erst ab 1949 wurden nach und nach Hubschrauber eingeführt, von denen aber niemals mehr als ein Dutzend verfügbar waren. Wenn der Verwundete einmal ein Lazarett erreicht hatte, konnte er als "Rückfluglast" in Transportflugzeugen befördert werden. Schädelverletzte wurden von Anfang an in das Spezialzentrum für Neurochirurgie in Saigon gebracht. Der einzig schnelle Weg dorthin war der Lufttransport, und zwar entlang der Küste, um eine 1000 m hohe Ebene zu umgehen. Zuvor wurden die offen Hirnverletzten neurovegetativ dämpfend behandelt; sie ertrugen im allgemeinen den etwa 6 Stunden dauernden Flug sehr gut.

Bei Schädel-Hirn-Verletzungen wurden gleichzeitig zwei Behandlungsmethoden angewandt:

a) ein vollständiges Debridement der Geschoßwunden des Gehirns als erste und endgültige Behandlung und innerhalb der ersten 12 Stunden. - Es gab aber nicht genug Neurochirurgengruppen, um eine endgültige Operation bei allen Verwundeten sofort durchzuführen. So wurde eine Behandlung in 2 Zeiten vorgezogen:

b) bei der vorderen Sanitätseinrichtung erfolgte eine vollständige extrakraniale Wundtoilette mit Entfernung der Masse der verletzten Kopfschwarte, der zerquetschten Schläfen- u. Nackenmuskulatur, der Knochenfragmente, der eingeklemmten Haare und der nicht lebensfähigen Gehirnmasse, die durch die Wundöffnung vorgefallen war.

Sulfonamid- und antibiotische Puder wurden dann reichlich in die Wunde gestreut und die Kopfschwarte in 2 Schichten geschlossen. Kräftige und entsprechende Antibiotikatherapie erfolgte routinemäßig. - Nach 2 oder 3 Tagen, nach Abtransport in das rückwärtige

Gebiet, wurde eine vollständige neurochirurgische Operation durch Kraniotomie oder osteoplastischen Lappen mit Entfernung der Fremdkörper und des erweichten Gehirns, durchgeführt. (1, 5, 8)

Operationsbefunde, bakteriologische Untersuchung und klinische Überwachung haben die Wirksamkeit dieser in Indochina eingeschlagenen Behandlungsweise bestätigt. 1949 und 1950 hat eine bakteriologische Untersuchung von 205 Patienten durch das Pasteurinstitut in Saigon die Operationsbefunde bestätigt, daß geschädigtes Hirngewebe eine gute Resistenz gegenüber einer Infektion aufweist, wenn eine frühe extrakraniale Wundtoilette durchgeführt worden ist. Die chirurgische Prophylaxe durch primäre extrakraniale Operation hat die Ausbreitung der Infektion von außen nach innen in 97 % der Fälle verhindert. Sie hat weniger infektiöse Komplikationen gebracht als die klassische Methode, besonders wenn die Verzögerung über 48 Stunden betrug (Bewegungs- oder Kleinkrieg). (7)

Von Januar 1947 bis August 1954 wurden 1502 Schädel-Hirn-Verletzte im Neurochirurgischen Zentrum in Saigon behandelt. Davon waren 1075 in 2 Zeiten operiert worden. Verletzungen der Hirnventrikel fanden sich bei 225 Verwundeten (21 %), von denen 73 bei der Einlieferung und 39 nach der Operation verstarben. Von 24 Verletzungen des Kleinhirns wurden nur 14 durch kleine Splitter überlebt. 3 Verwundungen des Hirnstammes durch kleine Splitter wurden ebenfalls überlebt. Mit Verletzungen der Venensinus sind 76 Verwundete behandelt worden mit 13 Todesfällen. Sinusthrombosen nach Kontusion durch ein Geschoß oder nach offener Verletzung sind beobachtet worden. Weiterhin wurden 89 Verletzungen der Orbita und des Schädels behandelt. (6)

Die Mortalität bei kombinierten Gesichts-Hirn-Verletzungen konnte nach Zusammenlegung der Fachgebiete Ophthalmologie, Neurochirurgie, Gesichts-Kiefer-Chirurgie, Oto- Rhinologie unter gemeinsamer Leitung von anfänglich 30 % auf 10 % vermindert werden. (1)

Multiple Verletzungen des Schädels und des Gehirns sind unter den ersten 328 Verwundungen 3 mal festgestellt worden, aber 35 mal unter

den folgenden 747 Fällen. Der Unterschied beruht auf der beträchtlichen Verstärkung des feindlichen Artilleriefeuers. Eine Duraverletzung fand sich bei 905 Verletzten; 18 % der Verletzungen erfolgten ohne Perforation der Dura mater. In den vorderen Sanitätseinrichtungen betrug die Mortalität 9 % und während des Abtransportes 0,35 %. Die sofortige Sterblichkeit auf dem Schlachtfeld ist unbekannt geblieben. 93 Soldaten von den 1075 starben bei der Ankunft im Zentrum oder waren inoperabel. Die Früh- und Spätmortalität der operierten Fälle belief sich auf 10,4 %, das sind 103 Verletzte von 982.

Bei den ersten 328 Verwundeten kamen 16 mal Hämatome vor (5 %), bei den folgenden 747 Verwundeten 74 mal (10 %). Bei Sektionen von Verletzten, die inoperabel waren oder bei der Einlieferung verstorben waren, wurden 7 mal (7,5 %) Hämatome festgestellt. 40 Hämatome waren so umfangreich oder erzeugten einen so starken intrakranialen Druck, daß sie lebensbedrohend waren, davon 13 extradurale, 2 subdurale und 25 intrazerebrale. Dazu kommen 55 kleine Hämatome ohne Verschlechterung der Prognose.

Infolge der routinemäßigen Behandlung des konstant vorliegenden Hirnoedems mit hypertoner Glucoselösung i.v. waren die bei der Operation vorgefundenen Hämatome alle von normalem oder geringem Druck. Bei den 1075 Verletzten ließen sich folgende Typen des Hirnödems unterscheiden:

a) ein lokalisiertes Frühödem, nach Exzision des Hirntrümmergebietes und deutlich abnehmend nach Verabreichung hypertoner Lösungen,

b) ein generalisiertes Ödem, aufgrund direkter Beteiligung der diencephalen Zentren durch das Geschoß oder indirekter durch Reizung der Hirnbasis. Die zentrale Schwellung vermehrte noch den intrakranialen Druck durch Blockade der venösen Gefäße und der Liquorwege und nahm nur wenig ab bei Verabreichung hypertoner Lösungen.

Bei Verletzungen des Kleinhirns und des Hirnstammes durch Erschütterung verursachte das lokale Ödem einen sich rasch ausdehnen-

den Hydrocephalus, der seine Schädigungen mit denen der Kompression des Mesencephalon verband. In der Hälfte der Fälle von Verletzungen der supraorbitalen Windungen bildete sich ein mittelstarkes Ödem, das plötzlich in eine so bedeutsame Parenchymschwellung umschlug, daß (nur in diesen Fällen) eine kontrollierte Hypotension angewendet wurde.

Unter den 1075 Verletzten traten insgesamt 159 Infektionen auf (16 %), davon 92 oberflächliche. 14 Todesfälle entstanden durch Infektion (1,3 % der Verwundeten und 7,1 % der Todesfälle). 1051 Patienten wurden 1 - 5 Jahre nach der Operation überwacht, sowohl in Saigon als auch in französischen Lazaretten. Es fanden sich 12 Abszesse (1,14 %) und 9 Patienten mit Meningo-Ventrikulitis (0,85 %) als Komplikation transventrikulärer Wunden. 9 % der Fälle erforderten eine sekundäre Naht und Stiellappen. (6)

Aus einer Serie von 161 Operierten fanden sich 15 Epilepsien. 5 hatten einen einzigen Anfall und heilten dann aus, 4 hatten 1 bis 2 Anfälle im 6. und 8. Monat bei normalem EEG, 3 hatten2 oder 3 Anfälle am Ende des 1. und 2. Jahres und waren dann offenbar geheilt, 2 Spätepilepsien mit 1 - 2 Anfällen im Monat traten im 3. Jahr auf, ferner eine generalisierte Epilepsie bei einem Abszess durch Wiederaufgehen einer Perforation im Os ethmoideus. Bei 42 später nachuntersuchten Verwundeten, bei denen eine Operation versäumt worden war, traten 4 schwere Epilepsien nach 1, 2, 6 und 10 Jahren auf. (8)

Im Korea-Konflikt (1950 - 53) waren die Kampfhandlungen auf ein kleines Gebiet beschränkt und es bot sich die Möglichkeit, alle Arten der sanitätsdienstlichen Betreuung zu konzentrieren. Die amerikanischen Streitkräfte beherrschten Luft und See zwischen der Kampfzone und Japan und hielten eine regelmäßige Verbindung mit den Vereinigten Staaten aufrecht. Der Nachschub mit großen Mengen jeglichen Materials funktionierte von Anfang an.

Wenn auch das Bergen von Verwundeten wegen des unklaren Frontverlaufs und der extremen geographischen Bedingungen oft zeitraubend und strapaziös war, so konnten doch von Anfang an zahlreiche Hubschraubertransporte durchgeführt werden. Außerdem spielten Transportflugzeuge, Kraftfahrzeuge und Lazarettzüge eine bedeutende Rolle. Nach der Behandlung in einem MASH (Mobile Army Surgical Hispital), dem eine bewegliche Neurochirurgengruppe angegliedert werden konnte, konnten die Patienten in Lazarette im Ausland gebracht werden.

Im ersten Abschnitt des Korea-Konfliktes, vor Einsatz der mobilen Neurochirurgengruppen, betrug der Anteil an meningozerebralen Infektionen von Schußwunden des Gehirns 41 %, danach konnte er unter 1 % gesenkt werden. (31)

Eine wesentliche Besserung wurde auch in der Beherrschung intrakranialer Hämatome erzielt. Zu Anfang des Krieges, als Schädelverletzte zur endgültigen Pflege nach Tokio geflogen werden mußten, kamen 7 % der Verwundeten mit einem klinisch bedeutsamen intrakranialen Hämatom dort an. Als neurochirurgische Verwundete innerhalb 24 Stunden bei rückwärtigen Sanitätseinrichtungen in Korea versorgt werden konnten, stieg der Anteil auf 28 %. Bei einer mobilen neurochirurgischen Gruppe im Frontbereich wurden im Laufe von 10 Monaten bei nahezu 50 % der Verwundeten intrakraniale Hämatome festgestellt. Die frühzeitige Behandlung hat hier die Mortalität sicher wesentlich gesenkt. 39 % dieser Patienten wurden zur endgültigen neurochirurgischen Behandlung innerhalb von 3 Stunden nach der ersten sanitätsdienstlichen Hilfeleistung aufgenommen, 29 % innerhalb von 6 Stunden und 10 % innerhalb von 8 Stunden. 51 % der Patienten zeigten bei der Aufnahme Zeichen neurologischer Ausfälle, zentrale Paralysen, Sehverlust, Aphasie, deutliche sensorische Störungen. Von den 146 Patienten, die bei der Operation ein deutliches intrakraniales Hämatom aufwiesen, hatten 105 (71 %) bei der Aufnahme oder kurz danach deutliche neurologische Ausfälle. (30)

Hinsichtlich der Behandlung wurde betont, daß die erste neurochirurgische Operation auch die endgültige sein sollte. Außer bei

kleinen Splitterverletzungen mit anschließender Hirnschwellung und Hämatombildung stellen Schädelverletzungen meist keinen dringlichen Notfall dar, so daß man bis zur Möglichkeit einer ordentlichen und endgültigen Operation warten sollte. Im Gegensatz zu den Franzosen, die etwa zur gleichen Zeit die Behandlung in zwei Zeiten durchführten, erklärten die Amerikaner, daß es in der Neurochirurgie keine First-Aid-Operation gebe.
Die Operationsmortalität in den vorderen Lazaretten betrug etwa 12 - 16 %, in den rückwärtigen etwa 4 - 6 %. (5)

Die Schußverletzungen des Kopfes bei den britischen Truppen wurden in der Mehrzahl durch amerikanische, zum Teil auch durch norwegische und dänische Neurochirurgengruppen behandelt. Nach der Rückverlegung ins Heimatland, die nach einer kurzen Erholungspause in Japan erfolgte, konnten 51 Überlebende weiter beobachtet werden. 1951 hatte man von den ersten 20 britischen Verwundeten nur 2 innerhalb der ersten 24 Stunden operieren können, die Durchschnittszeit betrug 2 - 3 Tage. Die folgenden 31 Fälle konnten bis auf 7 Fälle innerhalb von 24 Stunden behandelt werden. 16 Verwundete (32 %) hatten intrakraniale Hämatome. In allen Fällen wurde die Dura nach Exzision geschlossen, entweder durch direkte Naht oder Fascientransplantat. In 10 Fällen wurde bei intakter Dura und bei Vorliegen eines intrakranialen Blutkoagels die Dura eröffnet, die Hirnkontusion abgesaugt, und die Dura dann verschlossen. In 10 Fällen wurde eine sekundäre Kraniektomie durchgeführt, und zwar durchschnittlich 9 Tage nach der Operation, um zurückgebliebene Knochenstücke zu entfernen. In der Folge entwickelte sich kein einziger Hirnabszess. Ein Hirnabszess bildete sich bei einem multipel Verletzten, dessen Schädelverletzung vernachlässigt worden war.

In 7 Fällen waren Metallfremdkörper zurückgeblieben. In 23 Fällen wurde eine Kranioplastik für nötig gehalten und bei 19 Verwundeten mit gutem Erfolg mit Tantalum durchgeführt.

Neurologische Störungen blieben bei 17 Patienten, davon 6 schwere Fälle. 3 Patienten zeigten eine nominale Dysphasie (darunter 1 schwerer Fall), 5 Patienten hatten spastische Hemiparesen, 5 hatten Facialisschwäche, 6 hatten Gesichtsfeldausfälle. Nach Entlassung

aus dem englischen Lazarett wurden die Patienten noch mindestens 2 Jahre beobachtet. Bei 18 Verletzten (36 %) traten epileptische Anfälle mindestens einmal auf, bei 3 konnte ein Herd nachgewiesen werden. Von den 18 Verletzten hatten 5 ihre Anfälle nur während der prä- und frühen postoperativen Phase.
Nach einem Jahr waren 42 Patienten (82 %) wieder in der Lage, eine sinnvolle Beschäftigung aufzunehmen. (28)
356 männliche, meist amerikanische, Militärangehörige, die zwischen 1951 - 53 in Korea Kopfverletzungen erlitten hatten, wurden 8 bis 11 Jahre lang beobachtet. Davon waren 56 % Wunden durch Schußwaffen, der Rest keine Schußwunden. Die beiden Gruppen wurden nicht getrennt aufgeführt. Insgesamt erlitten 109 (31 %) einen oder mehrere Anfälle, bei 51 (14 %) blieben die Anfälle bestehen. 65 % erlitten den ersten Anfall im ersten Jahr, 79 % bis zum Ende des zweiten Jahres. (43)

Eine andere Studie beobachtet nach 5 Jahren unter 211 Schußverletzten des Schädels in 74 Fällen (35,1 %) Epileptische Anfälle, gegenüber nur 12,2 % bei Nicht-Schuß-Verletzten. Bei den Schußverletzten ohne Zerreissung der Dura Mater war die Anfallsbereitschaft mit 23,8 % deutlich geringer als bei den offen Hirnverwundeten mit 42,0 %. Es wird betont, daß die Schwere der Hirnverletzung eine größere Rolle für spätere Anfälle spielt als die Lokalisation. Zwischen posttraumatischen Infektionen und dem Auftreten einer Epilepsie läßt sich nur insofern eine Korrelation herstellen, als Infektionen nach schwereren Hirnverwundungen häufiger sind. Eine direkte Kausalität ist nicht nachweisbar. Dagegen ist eine Epilepsie in 6 von 7 Fällen mit Fungus cerebri (85,7 %) eine fast unvermeidliche Komplikation.

Diese Zahlen werden mit Beobachtungen an Veteranen des Ersten und Zweiten Weltkriegs verglichen und zeigen eine weitgehende Übereinstimmung. Nach offenen Schußverletzungen hatten jeweils 43 % der Hirnverwundeten des Ersten und Zweiten Weltkriegs hirnorganische Anfälle erlitten. Nach Fungus cerebri bei 25 Verwundeten des Ersten Weltkriegs hatte sich 23 mal (92 %) eine Epilepsie entwickelt. (11)

Im Vietnamkrieg (1964 - 73) machte vor allem der Abtransport Verwundeter enorme Fortschritte. Von 2187 Schädelverletzten Patienten eines Lazarettes wurden 95 % mit dem Hubschrauber angeliefert. In einer anderen Reihe wurde festgestellt, daß die Verwundeten durchschnittlich 45 Minuten nach der Verwundung eingeliefert wurden und durchschnittlich 16 Minuten später operiert wurden.

Eine Verschlechterung des klinischen Zustandes wurde beobachtet, wenn der Zeitraum von Verwundung bis zur Operation 1 1/2 Stunden überschritt. Nach einem nicht exzessiven Debridement erfolgte ein Duraverschluß und ein Verschluß der Kopfschwarte, dann stets eine antikonvulsive Behandlung und Antibiotikaprophylaxe. (29)

Von den 2187 Verwundeten wurden 1732 chirurgisch behandelt. 455 waren in so schlechtem Zustand, daß sie innerhalb von Minuten starben und das Lazarett nur dank des sehr zügigen Transportes erreicht hatten. Unter diesen schnell Verstorbenen fällt der hohe Prozentsatz an Verwundungen durch Gewehrgeschosse auf: 36 %. In der Gruppe, die behandelt werden konnte, waren nur 11 % durch Gewehrschüsse verwundet. Die postoperative Mortalität von Verwundeten, die nicht im Koma lagen, betrug in dieser Serie 3,33 % bei Amerikanern und 6,06 % bei den Einheimischen. Der Unterschied wird mit dem besseren Kräfte- und Ernährungszustand der Amerikaner erklärt. 63 % der Verstorbenen jedoch waren schon vor der Operation im Koma.

Als Komplikationen wurden in 4,61 % der Fälle nach dem Debridement zurückgebliebene Knochensplitter entdeckt, 1,10 % erforderten eine zweite Operation wegen postoperativer Hämatome, in 0,63 % der Fälle mußte wegen einer Liquorfistel nachoperiert werden, 0,63 % entwickelten eine Meningitis. (17)

In einer anderen Serie wurden 45 Verwundete genauer bakteriologisch untersucht: 20 (45 %) hatten infizierte Knochenfragmente im Schußkanal, bei 25 (55 %) waren die Knochenfragmente steril. Es wurde

angenommen, daß primär 75 % der eingesprengten Knochentrümmer steril sind. Es wurde vorgeschlagen, liegengebliebene Knochensplitter nach dem ersten Debridement bei sorgfältiger Überwachung des Patienten lieber zu belassen als wieder zu operieren. (9, 10)

Über die Folgen von Hochgeschwindigkeitsgeschossen, die in neuerer Zeit zunehmend verwendet werden, ist noch wenig bekannt. Es gibt keine Zahlen über Getötete oder Verwundete auf der vietnamesischen Seite. Eine Gruppe von 56 Amerikanern mit Verwundung durch Hochgeschwindigkeitsgeschosse konnte beobachtet werden. 26 von ihnen (46 %) entwickelten das Lhermitte-Phänomen. Alle 26 hatten offene Hirnverletzungen erlitten mit so starkem Hirnschaden und Durazerreißung, daß ein Debridement von Hirnmasse und ein Duratransplantat nötig wurden. Keiner zeigte Anzeichen einer Meningitis, lokaler Infektion oder Hirnabszess. Rückenmarksschädigung konnte nicht nachgewiesen werden. Die Größe des kranialen Knochendefektes betrug zwischen 1 und 72 cm ? Neurologische Ausfälle waren sehr unterschiedlich, aber alle Patienten waren schließlich wieder in der Lage, zu gehen. Ihre intellektuellen Fähigkeiten entsprachen dem Ausmaß der Hirnschädigung. Lhermitte's Syndrom trat zwischen der 1. und 24. Woche auf, durchschnittlich 7 Wochen nach der Verletzung. Eine Analyse des Liquors ergab keine Unregelmäßigkeiten, das Myelogramm war unauffällig. Etwa 2 Wochen lang waren Antibiotika verabreicht worden, Antikonvulsiva mindestens ein Jahr lang auch ohne Zeichen von Anfällen. Die Männer klagten spontan über ein Elektrisierungsgefühl, das entlang des Rückenmarks und in die Extremitäten ausstrahlte, wenn sie den Kopf vorbeugten. Lhermitte's Phänomen wurde nicht nach Hirnverletzungen mit Niedergeschwindigkeitsgeschossen oder nach anderen Kraniotomien beobachtet. Die meisten Patienten berichteten über allmähliches Nachlassen des Phänomens. Lhermitte's Syndrom war nicht mit einer Änderung der Prognose oder irgend einer Änderung im neurologischen Status verbunden. Die Ätiologie blieb undurchsichtig. (27)

Zur Beurteilung der Prophylaxe mit Antikonvulsiva wurden 1614 neurochirurgische Fälle beobachtet. 1136 von ihnen (70 %) hatten routinemäßig eine antikonvulsive Therapie erhalten, 465 (29 %) erhielten keine Prophylaxe, und in 13 Fällen (1 %) war die Art der

Therapie unbekannt. In 93 % der Fälle wurden 300 - 400 mg Diphenylhydantoin täglich gegeben, in 4 % Phenobarbital allein und in 3 % der Fälle eine Kombination. Die Effektivität der Prophylaxe bei Anfällen in der ersten Woche ist nicht sicher (1,6 % in der behandelten und 3,7 % in der unbehandelten Gruppe).

Studien über den Verlauf der Serumspiegel von Diphenylhydantoin und Phenobarbital deuten an, daß ein therapeutisch wirksamer Spiegel erst nach 1 bis 2 Wochen erreicht wird. Ein weiterer Gesichtspunkt ist, daß Diphenylhydantoin den Metabolismus von Dexamethason wesentlich (bis zu 140 % mehr) steigern kann, also bei der Beherrschung einer Hirnschwellung störend wirken könnte. (39)

103 in Vietnam durch Kopfschuß Verletzte wurden unter Schwierigkeiten in den Vereinigten Staaten ausfindig gemacht und nachuntersucht.
12 waren nach der Evakuierung aus Vietnam verstorben, davon waren 3 seit ihrer Verwundung im decerebrierten Zustand. Einer beging nach 25 Monaten Selbstmord. Die übrigen verstarben an ihren Hirn- oder sonstigen Verletzungen. 2 bettlägerige Patienten starben an Lungenembolie. Zwei Patienten zeigten eine Liquorfistel, in beiden Fällen wurde bei Nachoperation entweder eine falsche oder fehlende Duranaht entdeckt. Eine zu straff genähte Duranaht öffnete sich wieder. 10 Verletzte hatten eine Meningitis durchgemacht, 2 einen Hirnabszess, und 2 einen epiduralen Abszess. 8 Patienten hatten zurückgebliebene Knochensplitter, 3 möglicherweise. Nur 4 oder 5 hatten nachweisbar bakteriell besiedelte Knochenreste, also mindestens 50 % sterile Knochensplitter. (9)

Diskussion

Gegenüber den stumpfen Schädelverletzungen im Straßenverkehr und bei Arbeitsunfällen ist die Hirnschußverletzung ein eigenständiges traumatisches Ereignis; die explosionsartig auf das Gehirn wirkende Geschoßenergie geht linear mit dem Gewicht und im Quadrat zur Geschwindigkeit des Projektils. Ins Gehirn eingesprengte Knochensplitter oder Metallbruchstücke erschweren meist die Verwundung.

Die Erfahrung aus den drei Fernostkriegen (Indochina - Korea - Vietnam) zeigt, daß umso mehr Hirnschußverletzte gerettet werden können, je früher sie in neurochirurgische Behandlung kommen. Vor allem die raumfordernden intrakranialen Blutungen verschlechtern ohne Entlastung die Prognose in den ersten Stunden erheblich. Die wichtigste Verbesserung bei Versorgung von Schädelverletzten ist demnach der schnelle Abtransport zu Spezialeinrichtungen, vor allem mit dem Hubschrauber.
Bei sehr schneller Bergung der Verwundeten erreichen oftmals auch Sterbende noch die neurochirurgische Einrichtung, was rein zahlenmäßig eine ungünstige Frühmortalitätsrate vortäuscht. Eine Hirnverletzung ohne akuten Hirndruck ist gegenüber anderen Verwundungen von geringer Dringlichkeit. In vielen Fällen müssen beim gleichen Patienten zuerst die Begleitverletzungen versorgt werden. Auch bei Engpässen in der Transport- und Behandlungskapazität muß mancher Hirnverletzte gegenüber dringlicheren Fällen zurückgestellt werden.

Ein operatives Debridement einer Hirnschußwunde erfordert eine gründliche röntgenologische Diagnostik, um intrazerebrale Metall- und Knochensplitter sowie andere Fremdkörper sicher orten zu können. Später entdeckte Fremdkörper stellen den Neurochirurgen immer vor die Entscheidung, ob er nachoperieren oder warten soll. Metallsplitter haben sich in der Mehrzahl als nicht infektiös erwiesen, und sollten deshalb vor allem in schwer zugänglichen Arealen belassen werden. Knochensplitter hingegen bedeuten eine latente Infektionsgefahr, können noch nach Jahrzehnten Abszesse verursachen, und sollten demnach so gut wie möglich entfernt werden. Nachoperationen

bei Knochensplittern sind im allgemeinen gerechtfertigt.

Ein früher Duraverschluß verhindert das Vordringen des Gehirns in die Schädellücke während der Hirnödemphase. Eine Duranaht muß wasserdicht sein und darf nicht unter zu großer Spannung stehen. Bei Substanzverlusten der harten Hirnhaut hat sich neben Faszientransplantaten die gefriergetrocknete Leichendura als gut verträgliches, resorbierbares Leitgewebe für die Neubildung bewährt. Ein dichter Verschluß mit geringer Narbenbildung kann auch durch den neuerdings verwendeten Fibrinkleber erleichtert werden, der ebenfalls keine antigenen Eigenschaften hat.
Ziemlich einheitlich sieht der Behandlungsplan für Hirnschußverletzungen heute so aus:

1) Der Verwundete muß stabilisiert und hinsichtlich der Priorität seiner Schädel- und Begleitverletzungen begutachtet werden.

2) Vor und bei Bedarf während der Operation müssen ausreichend Röntgenaufnahmen gemacht werden.

3) An der Einschußstelle werden Kopfschwarte und Periost exzidiert.

4) Kraniektomie mit Entfernung aller eingedrückten und zertrümmerten Knochenstücke wird durchgeführt.

5) Die Duraränder an der Einschußstelle werden exzidiert und die Öffnung nach Bedarf erweitert, um die darunterliegenden Gewebsschädigungen sichtbar zu machen.

6) Das erweichte Hirngewebe wird aus dem Schußkanal beseitigt.

7) Alles fraglich lebensfähige Hirngewebe im Bereich des Schußkanals wird entfernt.

8) Beseitigung aller eingesprengten Knochensplitter und zugänglicher Metallsplitter.

9) Die Dura wird wasserdicht verschlossen und die Kopfschwarte primär, eventuell mit gestieltem Lappen, gedeckt.

10) Vor und nach der Operation werden routinemäßig Antibiotika verabreicht.

11) Nach der Operation wird röntgenologisch kontrolliert und bei zurückgebliebenen Fremdkörpern eventuell erneut operiert.

Bei der bekannten Infektionsresistenz des Gehirns sollte man für einen Massenanfall von Verwundungen das Debridement in zwei Zeiten als zweitbeste chirurgische Versorgung nicht ganz aus dem Auge verlieren. Eine endgültige fachärztliche Betreuung innerhalb von 1 bis 2 Stunden ist sicher nicht immer und überall realisierbar.

Nach Eiseman hatte ein in den Reisfeldern und Dschungeln Vietnams verwundeter GI eine bessere Aussicht auf eine rasche endgültige chirurgische Versorgung durch Fachärzte als ein amerikanischer Bürger bei einem Unfall in der Nähe seines Heimatortes in den USA. (12)

Eine externe Wundreinigung mit vorläufigem Verschluß unter Antibiotikaschutz bis zur endgültigen Wundrevision hat sicher eine bessere Prognose als eine primäre vollständige Operation unter ungünstigen diagnostischen, personellen und technischen Voraussetzungen. Hierfür sprechen die Beobachtungen der ersten Monate aus Indochina und Korea.

Die Verwundungsarten in den drei Fernostkriegen sind nicht ohne weiteres auf die Verhältnisse großer Schlachtfelder übertragbar, zum Beispiel in Europa oder in den letzten Nahostkriegen, wo vor allem die Splitter von Explosivkörpern zahlenmäßig mehr ins Gewicht fallen. Die energiereicheren Gewehrgeschosse sind bei direktem Auftreffen praktisch immer sofort tödlich.

Bei Splitterverletzungen liegen häufiger multiple Begleitverletzungen vor, die zuerst versorgt werden müssen.

Erreguntersuchungen aus Wundabstrichen scheinen mir nur von begrenztem Nutzen zu sein, da in jedem Gebiet der Erde besondere Keime vorkommen und zudem der Charakter von Wundinfektionen durch die Erreger geprägt wird, die der Verwundete an und in sich trägt. Das gilt vor allem für die Keime aus den Atemwegen, die bei frontobasalen Verletzungen und Liquorfisteln Meningitiden verursachen. Israelische Ärzte hatten beispielsweise bei der Behandlung eigener infizierter Verwundeter bedeutend größere Schwierigkeiten als bei ägyptischen Kriegsgefangenen, deren Erreger noch weit weniger antibiotikaresistent waren.

Die Wundinfektionen entwickeln sich zum Teil erst mit Verzögerung,

so daß einer Infektionsrate von 1,26 % in Vietnam eine solche von 14 % nach der sehr raschen Evakuierung nach Japan und von 3,9 % nach Rückkehr in die USA gegenübersteht. Der schnelle Verwundetentransport und die zügige Verlegung der meisten Patienten ins Ausland sind somit die Ursache für eine besonders niedrige Infektionsrate in den vorderen chirurgischen Einrichtungen. Insgesamt lag die Infektionshäufigkeit bei neurochirurgischen Patienten bei etwa 11,5 %, von denen jeder siebte verstarb. (9)

Der größte Teil der infektiösen Komplikationen resultierte aus Abweichungen vom empfohlenen Behandlungsschema, entweder aus technischen Gründen oder durch menschliches Versäumnis.

Liegt den später auftretenden Meningitiden eine Liquorfistel zugrunde, so sollte diese nach dem heutigen Stand der Chirurgie operativ verschlossen werden, um diese ständige Gefahrenquelle auszuschalten.

Das spätere Befinden des Patienten läßt sich aus dem akuten posttraumatischen Zustand kaum vorhersagen. Verluste an Gehirnmasse können zum Teil symptomlos kompensiert werden, andererseits resultieren schwere neurologische und intellektuelle Ausfälle ohne faßbares organisches Substrat. Die Intelligenz bleibt meist gut erhalten, während der Verlust an eigenem Antrieb, Labilität der Stimmungslage und psychische Alterationen zu einer typischen "personnalité posttraumatique" führen, wie sie in der französischen Literatur genannt wird. Je nach Alter, Intelligenz, Betreuung und sozialer Rolle wird der Hirnverletzte mit seinem Schicksal fertig. Immer wieder muß auf die schädliche Wirkung zu nachgiebiger Entschädigung und zu frühzeitiger Berentung hingewiesen werden, die alle Rehabilitationsbemühungen gefährden können.

Die neurologischen Ausfälle sind mit denen der Hirnversehrten der Weltkriege vergleichbar. Sie werden im Laufe von Jahren eher besser. Da die Wahrscheinlichkeit von Epilepsien mit dem Schweregrad von Hirnverletzungen zunimmt, muß man bei mehr überlebenden Schwerverletzten auch mit einer größeren Zahl von Epileptikern rechnen.

Einzelne Krampfanfälle kommen trotz antikonvulsiver medikamentöser Therapie vor, möglicherweise wird nur die Verlaufsform einer Epilepsie über Jahre hinweg gemildert. Die Beurteilung der Angaben einzelner Autoren über die Häufigkeit hirnorganischer Anfälle wird durch die

teilweise unterschiedliche Definition einzelner Erscheinungsformen erschwert. Nach vielen Jahren liegt der Prozentsatz epileptischer Anfälle bei Hirnverletzten des Ersten und des Zweiten Weltkriegs sowie des Koreakriegs mit 42 bis 43 % praktisch gleich hoch. Die Bedeutung der Epilepsie als Hindernis bei der beruflichen Rehabilitation ist bekannt. (11)

Einzelne Komplikationen nach Hirnschußverletzungen, wie etwa Hirngewebsembolie der Lungen, Weichteilverkalkungen an Gelenken etc. spielen eine zahlenmäßig so geringe Rolle, daß sie mehr für den Pathologen als für den Behandelnden von Interesse sind.

Zusammenfassung

Die Besonderheit der Schußverletzung als Schädel-Hirn-Trauma erklärt sich aus der akut eintretenden Gewalteinwirkung durch energiereiche Geschosse mit der Aussaat von Knochen- und Metallsplittern ins Hirngewebe.

Als bedrohlichste Komplikation im Anfangsstadium wurden die raumfordernden intrakranialen Hämatome herausgestellt.

Um Infektionen und in der Hirnödemphase einen Fungus cerebri zu vermeiden, wird ein frühes endgültiges Debridement mit primärem Dura- und Skalpverschluß gefordert.

Die regelmäßig auftretende Hirnschwellung wird mit hypertonen Infusionen und Corticosteroiden behandelt.

Meningitiden entwickeln sich aus nekrotischem Hirngewebe, aus Wundinfektionen oder durch Liquorfisteln.

Die in der ersten Woche auftretende Frühepilepsie ist nicht mit der Spätepilepsie identisch, die eine Folge der Narbenbildung am Gehirn ist.

Allgemein ist der Zustand Hirnversehrter durch geringe Reiztoleranz, labile Stimmungslage, Antriebsverarmung und psychische Alteration bei weitgehend erhaltener Intelligenz gekennzeichnet.

Der Indochinakrieg zeigt in seinem Verlauf den Wandel vom Kleinkrieg mit schwacher Bewaffnung zum technisierten Kampf mit schwerer Artillerie. Entsprechend steigerten sich die Hirnverletzungen zu immer schwereren Bildern, mit einem deutlichen Anstieg der Hämatomrate.

Aufgrund der ungünstigen geographischen und technischen Voraus-

setzungen war der Verwundetentransport zeitraubend und zudem die Kapazität neurochirurgischer Einheiten ungenügend.

Nachdem zu Anfang jeder Chirurg Hirnverletzungen mit schlechten Ergebnissen selbst versorgt hatte, brachte eine vorläufige extrakraniale Wundtoilette mit späterer Versorgung in einem neurochirurgischen Zentrum eine deutliche Verbesserung.

Im Koreakrieg galt der Grundsatz, daß es keine neurochirurgische Erste Hilfe gebe. Hubschraubertransporte, ein zusammenhängendes Kampfgebiet und die eigene Luftüberlegenheit machten einen zügigen Verwundetenabtransport zu einem MASH und baldige Evakuierung ins Ausland möglich.

Die anfänglich erschreckend hohe Wundinfektionsrate wurde durch Einsatz mobiler Neurochirurgengruppen erheblich gesenkt.

Bei schnellerer Hilfeleistung konnten immer mehr lebensbedrohende intrakraniale Blutungen entlastet werden.

Durch konsequente Entfernung von eingesprengten Knochensplittern wurden spätere Hirnabszesse vermieden.

Nach 5 Jahren lag die Häufigkeit epileptischer Anfälle bei offenen Hirnschußverletzungen genauso hoch wie bei Veteranen des Ersten und Zweiten Weltkriegs.

Im Vietnamkrieg konnten durch Hubschraubertransport die meisten Verwundeten innerhalb von ein bis zwei Stunden zur endgültigen operativen Versorgung in eine Spezialeinrichtung gebracht werden.

Unter den inoperablen Fällen fiel der hohe Anteil von Gewehrschußverletzungen auf, während bei den Überlebenden hauptsächlich Splitterverletzungen vorlagen.

Eine Studiengruppe fand heraus, daß eine frühe antikonvulsive Behandlung die epileptischen Frühanfälle nicht verhindert, aber die Therapie der Hirnschwellung mit Dexamethason gefährden kann.

Unter Überlebenden von Hirnschußverletzungen durch Hochgeschwindigkeitsgeschosse trat im Gegensatz zu anderen offen Hirnverletzten das Lhermitte-Phänomen auf; eine spezielle Ätiologie konnte nicht erwiesen werden.

In der Diskussion wird abschließend dargelegt, daß die wesentlichste Verbesserung bei der Behandlung Hirnschußverletzter der schnelle und schonende Abtransport zu Spezialeinrichtungen ist.

Unter optimalen Bedingungen muß ein rasches endgültiges Wunddebridement mit primärem Verschluß gefordert werden.

Bei Massenanfall und ungenügenden Transport- und Behandlungskapazitäten kann eine Operation in zwei Zeiten die günstigere Lösung sein.

Auf offenen Schlachtfeldern tritt die Splitterverletzung als Verwundungsursache zahlenmäßig noch mehr in den Vordergrund als im Dschungelkrieg.

Die Epilepsie bleibt weiterhin die wichtigste Bedrohung für das Schicksal des schwer Hirn-Verletzten.

Ballistische Eigenschaften gebräuchlicher Geschosse (15)

Kaliber	Gewicht(g)	V_o(m/sec)	Energie(mkg)
.22 short	1.9	352	12
.22 long rifle	2.6	407	22
.22 magnum	2.6	610	49
.25 aut/6.35 mm	3.2	247	10
.32 S&W positiv	5.5	207	12
.32 S&W long	6.6	215	16
.32 aut/7.65 mm	4.6	293	20
.380 aut.	6.2	291	27
.38 S&W positiv	9.4	209	21
.38 S&W special Bleikern	10.2	261	35
Vollmantel	7.1	418	63
.375 magnum	7.1	515	96
9 mm Luger	7.4	348	46
.32-20 Winchester	6.5	314	33
.45 aut.	14.9	260	51
.30 cal.carbine	7.1	604	132
6.5 mm (Carcano)	10.1	714	262
.30-06 (I.Weltk.)	11.7	824	405
M-16, 223 (modern.amer.)	3.6	1007	186
AK 47, 7.62 mm (modern.russ.)	7.9	732	215

Epileptische Anfälle : Häufigkeit nach Art der Hirnverletzung (11)

	I.Weltkrieg	II.Weltkrieg	Korea
Keine Schußverletzung	--	24.1	12.2
Schußverletzung	34.8	33.9	35.1
Gedeckte Schußverletzung	26.1	--	23.8
Offene Schußverletzung	47.0	43.4	42.0
Anfallshäufigkeit nach Lokalisation der Wunde			
-präfrontal	31	39	12.5
-frontal	54	55	41.5
-parietal	52	65	64.8
-temporal	59	38	22.2
-okzipital	41	38	23.5

Anfallshäufigkeit nach dem Schweregrad der Hirnverletzung (11)

(in %)	I.Weltkrieg	II.Weltkrieg	Korea
Infektionsrate bei offenen Hirnverletzungen	52.3	16.5	12.9
Anfallsrate nach offenen Hirnverletzungen	47.0	44.8	42.0
Anfallsrate nach Infektionen	47.5	--	60.9
Anfallsrate ohne Infektionen	24.9	--	31.9
Anfallsrate nach gedeckten Hirnverletzungen mit	31.4	--	ca.42
und ohne Infektionen	22.8	--	21.9
Anfallsrate nach offenen Hirnverletzungen mit	63.8	45.3	68.8
und ohne Infektionen	28.6	44.7	38.3
Anfallsrate nach fungus cerebri	92.0	--	85.7
Epileptische Anfälle nach offenen Hirnverletzungen insgesamt	47.9	44.8	42.0

Analyse einer Serie von Schädel-Hirn-Verletzungen aus Vietnam (17)

US-Soldaten	Schußverl.	Splitterwunden	Anderes
Zahl	247	1170	38
operiert	132	1008	31
nicht operiert	115	162	7
op. Todesfälle	30(22.7%)	77(7.64%)	7(22.58%)
Andere Patienten			
Zahl	104	620	8
operiert	54	503	4
nicht operiert	50	117	4
op. Todesfälle	16(29.6%)	67(13.3%)	1(25%)

Operierte US-Soldaten	1171	Operierte andere Patienten	561
op. Todesfälle	114		84
davon: durch Begleitverletzungen	10		8
mit präop. Koma	65		42
ohne Koma	39		34
gesamte op. Mortalität	9.74 %		14.48 %

Operative und postoperative Komplikationen:

zurückgebliebene Knochensplitter	80	4.61 %
postoperative Hämatome	29	1.10 %
postoperative Liquorfistel	11	0.63 %
postoperative Meningitis	11	0.63 %
oberflächliche Wundinfektion	14	0.81 %
postoperatives Ödem mit Reexploration	10	0.58 %
gastrointestinale Blutung	9	0,52 %
Herzstillstand im Operationssaal	8	0.46 %
Blutung aus einem Venensinus der Dura	5	0.29 %
postoperative Lungenembolie	4	0.23 %
postoperative Pneumonie	4	0.23 %
ungeklärter plötzlicher Tod	3	0.17 %
Luftembolie	1	--

Literatur

1) Arnaud, M. — Remarques sur une statistique de 97 plaies pénétrantes du cerveau opérées en Indochine. Mém. Acad. Chir. 74 (1948)

2) Auer, L.; Lanner, G.; Tritthart, H. — Fortschritte in Diagnostik und Therapie bei schweren Schädelhirntraumen. Wien. Med. Wschr. 8 (1977)

3) Beck, B. — Kriegschirurgische Erfahrungen während des Feldzuges 1866 in Süddeutschland. Freiburg (Wagner), 1867

4) Bonk, B.; Schirmer, M.; Klug, N.; Winheller, R. — Beurteilung und Behandlung offener Schädel-Hirn-Verletzungen. Wehrmed. Mschr. 8 (1976)

5) Carayon, A. — Differences in the management of craniocerebral wounds in the korean and indochinese wars. Western J. of Surg. 63 (1955)

6) Carayon, A. — Les plaies cranio-cérébrales en Extrême-Orient. Etude critique d'une tactique en deux temps appliquée à 1075 cas personnels. Médecine tropicale 16 (1956)

7) Carayon, A. — Confrontation de la clinique et de la bactériologie dans la plaie cérébrale de guerre en Extrême-Orient. Médecine tropicale 16 (1956)

8) Carayon, A. — Le traitement en deux temps des plaies cranio-cérébrales de guerre J. de Chirurgie 82 (1961)

9) Carey, M.E.; Young, M.F.; Mathis, I.L. — Follow-up study of 103 American soldiers who sustained a brain wound in Vietnam. J. Neurosurg. 41 (1974)

10) Carey, M.E.; Young, M.F.; Mathis, I.L.
A bacteriological study of craniocerebral missile wounds from Vietnam
J. Neurosurg. 34 (1971)

11) Careness, W.F.; et al.
Incidence of posttraumatic epilepsy in Korean veterans as compared with those from World War I and World War II
At Harvey Cushing Society, Mai 22, 196

12) Eiseman, B.
Combat Casualty Management in Vietnam
J. Trauma 7 (1967)

13) Fischer, H.
Bisherige ärztliche Erfahrungen bei den Kämpfen in Vietnam
Wehrmed. Mschr. 11 (1968)

14) Fischer, H.; Spann, W.
Pathologie des Trauma
München (Bergmann), 1967

15) Gurdjian, E.S.
The treatment of penetrating wounds of the brain sustained in warfare.
J. Neurosurg. 39 (1974)

16) Hagan, R.E.
Early complications following penetrating wounds of the brain.
J. Neurosurg. 34 (1971)

17) Hammon, W.M.
Analysis of 2187 consecutive penetrating wounds of the brain from Vietnam
J. Neurosurg 34 (1971)

18) Hammon, W.M.
Retained intracranial bone fragments: analysis of 42 patients
J. Neurosurg. 34 (1971)

19) Hardt, N.
Behandlungsergebnisse bei sekundärer Schädeldach-Defekt-Plastik
Akt. Traumatol. 6 (1976)

20) Heckmatpanah, J. — Cerebral circulation and perfusion in experimental increased intracranial pressure J. Neurosurg. 32 (1970)

21) Heuwinkel, R.; et al. — Osteosynthese bei gleichzeitigem schwerem Schädelhirntrauma Akt. Traumatol. 7 (1977)

22) Isfort, A. — Der Chirurg und das Schädeltrauma Hefte Unfallheilk. 84 (1965)

23) Jochheim, K.A.; Scholz, J.F.; et al. — Rehabilitation Band III Stuttgart (Thieme) 1975

24) Kapp, J.P. — An analysis of infections in neurosurgical wounds sustained in Vietnam Mil. Med. 142 (1977)

25) Klug, N.; et al. — Beurteilung und Behandlung von Schädel-Hirn-Verletzten in der Akutphase Wehrmed. Mschr. 20 (1976)

26) Kostjutschenok, B.M. — Die Schußverletzung aus heutiger Sicht Voenno-med. Zh. 5 (1977)

27) Leaver, R.C.; Loesser, J.D. — Lhermitte's phenomenon after high-velocity missile injuries of the brain. J. Neurosurg. 34 (1971)

28) Lewin, W.; Gibson, R.M. — Missile head wounds in the korean campaign Brit. J. of Surg. 48 (1956)

29) Mathews, W.E. — The early treatment of cranio-cerebral missile injuries: Experience with 92 cases. J. Trauma 12 (1972)

30) Meirowski, A.M.; Barnett, J.C.
Emergency management in field of neurosurgical casualties
Month. Health Rep. 5 (1952)

31) Meirowski, A.M.; Barnett, J.C.
Mobile neurosurgical team
Ann. of Surgery 138 (1953)

32) Moeser, E.
Die unspezifische Schädeldach-osteomyelitis
Z. Mil.-Med. 4 (1977)

33) Moeser, E.
Neurochirurgische Aspekte bei der Behandlung Geschädigter mit frontobasalen Schädel-Hirn-Verletzungen
Z. Mil.-Med. 19 (1978)

34) Mohr, G.; Schirmer, M.
Schädeldachplastiken: Knochen-Metall-Kunststoff
Wehrmed. Mschr. 10 (1974)

35) Moody, R.A.; et al.
An evaluation of decompression in experimental head injury
J. Neurosurg. 29 (1968)

36) Nöh, E.; Oest, O.
Myositis ossificans nach Schädelhirntrauma
Hefte Unfallheilk. 111 (1972)

37) Palleske, H.; et al.
Verlaufsuntersuchungen über Veränderungen des Elektrolyt- und Wassergehaltes des Gehirns im experimentellen Hirnödem und deren therapeutische Beeinflußbarkeit durch Dexamethason
Zbl. Neurochir. 31 (1970)

38) Panse, F.; et al.
Hirnverletztenschicksale. Dargestellt an Offen-Hirnverletzten des I. Weltkrieges 1914/18
Arbeit und Gesundheit, Heft 85
Stuttgart (Thieme), 1972

39) Rish, B.L.; Careness, W.F. — Relation of prophylactic medication to the occurrence of early seizures following craniocerebral trauma J. Neurosurg. 38 (1973)

40) Scherzer, E.B. — Über den sogenannten posttraumatischen Kopfschmerz Fortschr. Neurol. Psychiat. 43 (1975)

41) Schulze-Holthausen, J. — Wundballistik bei Kriegsschußverletzungen Wehrmed. Mschr. 7 (1965)

42) Stromeyer, L. — Maximen der Kriegsheilkunst Hannover (Hahn), 1855

43) Weiss, G.H.; Careness, W.F. — Prognostic factors in the persistence of posttraumatic epilepsy J. Neurosurg. 37 (1972)

Für die Überlassung des Themas danke ich Herrn Prof. Dr. F. Láhoda, für die freundliche Unterstützung bei dessen Bearbeitung ihm und Herrn Privatdozent Dr. Dr. H. Fischer, sowie Frau I. Karmann für die geduldige Erledigung der Schreibarbeit.

Lebenslauf

Geboren:	27.02.1954 in Bergersee, Kreis Wasserburg/Inn
Eltern:	Dr. med. Carl Heinz Hartmann, Elisabeth Hartmann, geb. Blank
Schulen:	Volksschule in Neuburg/Donau Descartes-Gymnasium, Neuburg/Donau Klenze-Gymnasium, München Deutschorden-Gymnasium, Bad Mergentheim
Schulabschluß:	1974 Abitur in Neuburg/Donau
Studium:	1975 Eintritt in die Bundeswehr und Beginn des Studiums der Human-Medizin an der Ludwig-Maximilians Universität München